FUTURO

EL BIG BANG EN LA PICOTA

El universo que imaginó Newton duró 300 años; Einstein lo refutó. "No tengo la menor idea" le contestó el gran Albert a George Bernard Shaw en 1930 cuando éste le preguntó cuánto resistiría su modelo de universo. Edwin Hubble introdujo un cuestionamiento nuevo: el Universo no sería estático. De ahí al Big Bang sólo hubo un paso. Ahora, la teoría de la Gran Explosión —ampliamente apañada por la Iglesia y el establishment científico— también anda tambaleando. Entretanto: los nuevos infiltrados son los universos bebé y los agujeros de gusano.



LA UNESCO EN LA CIENCIA

¿Qué pasó en el primer microsegundo del Univer

EL MACROMISTE

En 1930, durante un almuerzo en honor a Albert Einstein, George B. Shaw comentó que Newton había creado un universo de corta vida: 300 años después, fue reemplazado por el de Einstein. Antes de que a algún comensal se le ocurriese proponer que el universo einsteniano podía ser el último, el agudo pensador se adelantó diciendo: "No tengo la menor idea de cuánto va a durar".

Para aquel entonces la relatividad ya había ganado un terreno indiscutible en el conocimiento del espacio, el tiempo y la gravedad pero había motivos crecientes para dudar del modelo de universo —la cosmología— propuesto por Einstein. Su modelo predecía que el Universo era homogéneo; es decir, que la distribución de la masa, en promedio, era la misma en todas partes. Y que era estático: invariable en su estructura a través del tiempo. En 1922, el matemático ruso Alexander Friedman desafió el modelo einsteniano sobre bases teóricas, demostrando que la estaticidad no era necesaria y que sin ella la teoría general de la relatividad podía predecir un Universo en continua expansión, lo cual resultaba muy atractivo.

Ninguno de los dos modelos se basaba en observaciones astronómicas. Ambos eran meros ejercicios intelectuales, en buena medida por la época en que fueron hechos. Uno de los avances cruciales en el campo empírico llegó de la mano de Edwin Hubble, quien calculó distancias intergalácticas y midió el corrimiento al rojo de varias galaxias. Este fenómeno, que se produce cuando un objeto está en movimiento (como la sirena de la policía que se hace más grave —roja— a medida que se aleja) permite calcular la velocidad con la que una galaxia "huye" de otra en el espacio. Lo más sorprendente fue descubrir que cuanto más distante estuviera la galaxia, tanto mayor sería la velocidad de alejamiento. Esto significaba un poroto a favor de la teoría de Friedman: el Universo no era estático, sino que se estaba expandiendo. Si pudiera tomarse una película y luego rebobinarla yendo hacia atrás varios miles de millones de años, podría verse a las galaxias acercarse más y más hasta llegar al instante de la creación de todas ellas. Hubble calculó a lápiz la edad de ese acontecimiento y se desalentó: según sus cuentas el Universo era más joven que la misma Tierra, de acuerdo con los métodos de datación radiactiva que ya se estaban empleando.

En los '50, Fred Hoyle, un escéptico del modelo expansionista, acuñó la palabreja Big Bang en un programa de la BBC. Su recelo se fundaba en la necesidad de aceptar que las leyes de la física fueron siempre invariables y que, por definición, sentaban un principio —la creación de algo a partir de la nada—; lo cual no se podía demostrar. Hoyle prefería hablar de un Universo que se mantenía estático por medio de la creación continua de materia a través del espacio, posibilidad que explicaba, a la vez, el movimiento de las galaxias.

En los días en que el Big Bang estaba en la picota, los astrónomos reunieron evidencias de que el Universo era más grande y, por lo tanto, más antiguo que la estimación de Hubble. Incluso era más viejo que la Tierra. y cuando se descubrieron los cuásares, unas fuentes muy brillantes y extraordinariamente lejanas, la edad del Universo se retrotrajo a unos 10 mil millones de años.

LA INFLACION VIENE DEL CIELO

Al año siguiente, en 1964, Arno Penzias y Robert Wilson descubrieron unas ondas que al principio trataron de borrar, porque interferían su trabajo en la Bell Telephone. La molestia resultó ser la radiación de fondo predicha en forma teórica por los físicos Robert Dicke y James Peebles: al momento del Big Bang se habrían liberado radiaciones que ahora nos estarían llegando en forma homogénea desde todos los confines del Universo. Desde entonces los físicos entraron en escena.

¿Cuál pudo ser el comportamiento del Universo cuando apenas tenía un microsegundo de vida? Esta era una pregunta para un físico de partículas y Alan Guth aceptó el guante. En 1980 Guth recién se había doctorado y, en el curso de una noche emocionante, descubrió que el Universo no sólo se había expandido sino que había *explotado*, pasando del tamaño de un protón al de una uva en un instante y de ahí a nuestro Universo. Hoyle le había hecho un favor adelantándole el nombre: Big Bang o la Gran Explosión.

La Teoría Inflacionaria, como la llamó Guth, concitó adeptos y críticos. Edwin Turner, un astrofísico de la Universidad de Princeton, comenta que el modelo permite hacer una serie de cálculos interesantes. "Es como ir a un gimnasio. Uno puede hablar, decir a dónde piensa ir y además trae un montón de problemas agradables para resolver." Las críticas a los modelos de los físicos de partículas y, en especial al Modelo Inflacionario, radican en el hecho de que es muy difícil, si no imposible, salirse de la mera especulación. El Modelo Inflacionario tiene lugar en menos de una milmillonésima fracción de microsegundo y está fundado en la teoría unificada de las cuerdas. Teoría que, por otra parte, aún no está comprobada: requiere cantidades de energía mayores que las que el mejor acelerador de partículas está en condiciones de reunir. Por tanto, todavía no hay ninguna prueba empírica de que, efectivamente, pudo suceder la Gran Explosión. Por eso los cosmólogos buscan con desesperación otras pruebas, indirectas, como las radiaciones de fondo de microondas.

DISIDENTES EN TODAS PARTES

Otros cosmólogos armaron su propia aventura. Hannes Alfven construyó un modelo prescindiendo del Big Bang. En el principio, para Alfven, todo fue una suerte de masa informe, plasmática, hasta que el hidrógeno empezó a formar filamentos, materia, luego estrellas, nebulosas y galaxias. Alfven prefiere la Teoría de Plasmas a la del Big Bang porque se asienta en observaciones empíricas y no en especulaciones puras. James Peebles lo ha tildado como mínimo de "tonto", al menos porque su teoría no explica cómo las fuerzas eléctricas y magnéticas en el plasma se las arreglan para cumplir con sus obligaciones cosmológicas, por ejemplo, la formación de galaxias (punto en el cual la teoría del Big Bang es fuerte).

En el fondo se sabe que los defensores del Big Bang ni quieren oír hablar de plasmas porque el tema les mueve el piso , carreras e investigaciones incluidas. Hay un establishment y el establishment es el Big Bang.

La explicación es menos científica que cultural. En su libro *The Big Bang never happened*, Eric Lerner, que trabajó con Alfven, señala que el Big Bang es descendiente directo de la filosofía platónica donde el cosmos sólo era patrimonio del racionalismo puro de algunos pocos elegidos. La teoría del plasma se adscribe al linaje de los pastores y artesanos jónicos, más proclives a creer en lo que veían sus ojos. Lerner va más lejos y sostiene que "mitos (como el Big Bang) surgen en períodos de crisis sociales, intensificando el divorcio entre pensamiento y acción. Esto da pie al fatalismo pesimista y paraliza a la sociedad".

Lerner atribuye el tenaz apoyo al Big Bang como una respuesta de la sociedad occidental a las catástrofes sociales, políticas y económicas de este siglo. La pérdida de la fe en el progreso cultural y social se asocia a la idea de un Universo en degeneración a partir de un comienzo cosmológico perfecto. Y no hay metáfora más ingeniosa para este siglo XX ahogado en crisis económicas, que la propuesta por Alan Guth con aquello del Universo Inflacionario, concluye el disgustado, y algo paranoico doctor Lerner.

CIENCIA Y RELIGION, UN SOLO CORAZON

En la medida en que los cosmólogos discuten entre sí, un hecho curioso ha tenido lugar en este tiempo: por primera vez parece haber idilio entre ciencia y religión. Robert Millikan, Premio Nobel y cabeza del Instituto Tecnológico de California, fue uno de los que abogaron en la década del '20 por esta reconciliación. A Millikan se le ocurrió decir que las radiaciones eran "el llanto del bebé" de los átomos en el espacio, una evidencia de que el Creador todavía estaba trabajando, ya que la formación de átomos implica un aporte continuo de energía, un proceso que hasta podría salvar al Universo del colapso final. Pío XII agradeció diciendo que "la verdadera ciencia es aquella que de manera creciente descubre a Dios, como si Dios estuviese esperando detrás de cada puerta que abre la ciencia".

Gerald Shroeder, físico y teólogo, autor de *Genesis and the Big Bang*, no tiene inconveniente en comparar la inflación con el "viento de Dios" y la separación de materia y fotones con la intervención divina: "Hágase la luz".

Pocos teólogos hablarían hoy con la confianza que el escritor John Updike infunde al personaje Dale Kohler, en su novela *La versión de Roger*. Este endiablado "hacker" se enfrenta con el

CONFORMISTAS VERSUS INTRANSIGENTES

Por Jayant Narlikar*

Las controversias no son ninguna novedad en astronomía. Como en otras ciencias, forman parte del desarrollo y el enriquecimiento de cada campo. La teoría heliocéntrica (el Sol, y no la Tierra, en el centro del Sistema Solar), la noción de que las nebulosas difusas son extragalácticas, el concepto de que el Sistema Solar no está en el centro de la Galaxia, etcétera, empezaron a aceptarse sólo después de arduas discusiones y una dura oposición por parte del establishment. Por supuesto, en el análisis final, los hechos antes que el consenso mayoritario terminaron por zanjar las cuestiones. En cada uno de los casos citados, la mayoría tuvo que reconocer que estaba equivocada.

Sin embargo, las cosas no siempre suceden así. La situación más común es la de la gran corriente científica, bien establecida y cotejada, *a la page* de otras corrientes con hipótesis frescas y a medio cocinar. La craneoteca que lleva la manija en cuestiones cosmológicas es de esta naturaleza. ¿Quién tiene tiempo y ganas de persuadir a esa gente de que sus ideas no son válidas?

¿Acaso esto significa que están inmunes a la crítica? De acuerdo con Karl Popper, un buen científico teórico debería ser falible. Uno debería confesar cuáles son los experimentos o las observaciones que en principio pueden hacer tambalear sus propios postulados. Y si estos experimentos se llevan adelante y son consistentes con la teoría, entonces la teoría está bien asentada. Pero si las pruebas contradicen las predicciones, entonces la teoría debe ser modificada o abandonada.

En la práctica, las cosas no se manejan así, como se deduce de diferentes instancias en astronomía y cosmología.

Tomemos por caso el Universo Temprano . Esta teoría conlleva hipótesis no verificadas aún de la existencia de partículas físicas de alta energía y una "era" imposible de observar —el momento de la Gran Explosión— que requiere de un intenso ejercicio especulativo. A diferencia de otro escenario científico, los acontecimientos descriptos en este ejercicio fueron transitorios (algunos de 10 a 36 segundos de duración) e irrepetibles. Se argumenta que pueden ser chequeados a través de huellas remanentes. Sin embargo, la principal huella observada hasta ahora —una combinación de estructura discreta e inhomogénea con un leve ruido de fondo— todavía no se termina de comprender.

Consideremos además el círculo vicioso que rodea a la Ley de Hubble. ¿Cuán universal es esta ley? No podemos comprobar su validez a menos que conozcamos las distancias a los objetos extragalácticos. De otro modo, la ley es falible con sólo demostrar que dos objetos extragalácticos, en las proximidades de cada uno, poseen corrimientos al rojo diferentes. Ya hay evidencias crecientes de discrepancias de esta naturaleza. Un buen aporte es el que hace H. Arp en su libro *Quasars, Redshifts y Controverses* de 1987.

La respuesta del establishment a las críticas que se le hacen al Big Bang y a la Ley de Hubble es que ambas funcionan bien en la mayoría de los casos, y por tanto deben ser correctas. Con este argumento cometen la irresponsabilidad de ignorar la doctrina de Popper. Los escenarios del Universo Temprano, la inflación y la materia oscura se presentan de modo tal que nadie puede tildarlos de falibles. En el caso de la Ley de Hubble, ocurre otro tanto: las discrepancias se ignoran o se disimulan como "accidentales".

El año pasado, cinco cosmólogos —Arp, Geoffrey, Fred Hoyle, Chandra Wickramsinghe y yo— dimos cuenta de esta situación en un artículo aparecido en *Nature* (346, 807, 1990), allí discutimos también la posibilidad de una teoría alternativa del Big Bang.

Hoy en día es más difícil influir en el establishment de lo que era a principios de siglo, ya que hay mucho dinero en juego. Los subsidios son especialmente difíciles de conseguir para los proyectos "riesgosos" que comprometen a las teorías establecidas. Los jóvenes brillantes (graduados y pos doctorados) optan por temas "seguros" para asegurarse el futuro de sus investigaciones.

En este clima, ¿cómo podemos esperar que florezcan las nuevas ideas?

** Jayant Narlikar trabaja en el Centro Inter Universitario de Astronomía y Astrofísica de la India. El comentario apareció en La Cruz del Sur, diario del Congreso Internacional de Astronomía, realizado en Buenos Aires.*

¿Qué pasó en el primer microsegundo del Universo?

EL MACROMISTERIO

En 1930, durante un almuerzo en honor a Albert Einstein, George B. Shaw comentó que Newton había creado un universo de corta vida: 300 años después, fue reemplazado por el de Einstein. Antes de que a algún comensal se le ocurriese proponer que el universo einsteniano podía ser el último, el agudo pensador se adelantó diciendo: ''No tengo la menor idea de cuánto va a durar''.

Para aquel entonces la relatividad ya había ganado un terreno indiscutible en el conocimiento del espacio, el tiempo y la gravedad pero había motivos crecientes para dudar del modelo de universo —la cosmología— propuesto por Einstein. Su modelo predecía que el Universo era homogéneo; es decir, que la distribución de la masa, en promedio, era la misma en todas partes. Y que era estático: invariable en su estructura a través del tiempo. En 1922, el matemático ruso Alexander Friedman desafió el modelo einsteniano sobre bases teóricas, demostrando que la estaticidad no era necesaria y que sin ella la teoría general de la relatividad podía predecir un Universo en continua expansión, lo cual resultaba muy atractivo.

Ninguno de los dos modelos se basaba en observaciones astronómicas. Ambos eran meros ejercicios intelectuales, en buena medida por la época en que fueron hechos. Uno de los avances cruciales en el campo empírico llegó de la mano de Edwin Hubble, quien calculó distancias intergalácticas y midió el corrimiento al rojo de varias galaxias. Este fenómeno, que se produce cuando un objeto está en movimiento (como la sirena de la policía que se hace más grave —roja— a medida que se aleja) permite calcular la velocidad con la que una galaxia ''huye'' de otra en el espacio. Lo más sorprendente fue descubrir que cuanto más distante estuviera la galaxia, tanto mayor sería la velocidad de alejamiento. Esto significaba un poroto a favor de la teoría de Friedman: el Universo no era estático, sino que se estaba expandiendo. Si pudiera tomarse una película y luego rebobinarla yendo hacia atrás varios miles de millones de años, podría verse a las galaxias acercarse más y más hasta llegar al instante de la creación de todas ellas. Hubble calculó a lápiz la edad de ese acontecimiento y se desalentó: según sus cuentas el Universo era más joven que la misma Tierra, de acuerdo con los métodos de datación radiactiva que ya se estaban empleando.

En los '50, Fred Hoyle, un escéptico del modelo expansionista, acuñó la palabreja Big Bang en un programa de la BBC. Su recelo se fundaba en la necesidad de aceptar que las leyes de la física fueron siempre invariables y que, por definición, sentaban un principio —la creación de algo a partir de la nada—; lo cual no se podía demostrar. Hoyle prefería hablar de un Universo que se mantenía estático por medio de la creación continua de materia a través del espacio, posibilidad que explicaba, a la vez, el movimiento de las galaxias.

En los días en que el Big Bang estaba en la picota, los astrónomos reunieron evidencias de que el Universo era más grande y, por lo tanto, más antiguo que la estimación de Hubble. Incluso era más viejo que la Tierra. y cuando se descubrieron los cuásares, unas fuentes muy brillantes y extraordinariamente lejanas, la edad del Universo se retrotrajo a unos 10 mil millones de años.

LA INFLACION VIENE DEL CIELO

Al año siguiente, en 1964, Arno Penzias y Robert Wilson descubrieron unas ondas que al principio trataron de borrar, porque interferían su trabajo en la Bell Telephone. La molestia resultó ser la radiación de fondo predicha en forma teórica por los físicos Robert Dicke y James Peebles: al momento del Big Bang se habrían liberado radiaciones que ahora nos estarían llegando en forma homogénea desde todos los confines del Universo. Desde entonces los físicos entraron en escena.

¿Cuál pudo ser el comportamiento del Universo cuando apenas tenía un microsegundo de vida? Esta era una pregunta para un físico de partículas y Alan Guth aceptó el guante. En 1980 Guth recién se había doctorado y, en el curso de una noche emocionante, descubrió que el Universo no sólo se había expandido sino que había *explotado*, pasando del tamaño de un protón al de una uva en un instante y de ahí a nuestro Universo. Hoyle le había hecho un favor adelantándole el nombre: Big Bang o la Gran Explosión.

La Teoría Inflacionaria, como la llamó Guth, concitó adeptos y críticos. Edwin Turner, un astrofísico de la Universidad de Princeton, comenta que el modelo permite hacer una serie de cálculos interesantes. ''Es como ir a un gimnasio. Uno puede hablar, decir a dónde piensa ir y además trae un montón de problemas agradables para resolver.'' Las críticas a los modelos de los físicos de partículas y, en especial al Modelo Inflacionario, radican en el hecho de que es muy difícil, si no imposible, salirse de la mera especulación. El Modelo Inflacionario tiene lugar en menos de una milmillonésima fracción de microsegundo y está fundado en la teoría unificada de las cuerdas. Teoría que, por otra parte, aún no está comprobada: requiere cantidades de energía mayores que las que el mejor acelerador de partículas está en condiciones de reunir. Por tanto, todavía no hay ninguna prueba empírica de que, efectivamente, pudo suceder la Gran Explosión. Por eso los cosmólogos buscan con desesperación otras pruebas, indirectas, como las radiaciones de fondo de microondas.

DISIDENTES EN TODAS PARTES

Otros cosmólogos armaron su propia aventura. Hannes Alfven construyó un modelo prescindiendo del Big Bang. En el principio, para Alfven, todo fue una suerte de masa informe, plasmática, hasta que el hidrógeno empezó a formar filamentos, materia, luego estrellas, nebulosas y galaxias. Alfven prefiere la Teoría de Plasmas a la del Big Bang porque se asienta en observaciones empíricas y no en especulaciones puras. James Peebles lo ha tildado como mínimo de ''tonto'', al menos porque su teoría no explica cómo las fuerzas eléctricas y magnéticas en el plasma se las arreglan para cumplir con sus obligaciones cosmológicas, por ejemplo, la formación de galaxias (punto en el cual la teoría del Big Bang es fuerte).

En el fondo se sabe que los defensores del Big Bang ni quieren oír hablar de plasmas porque el tema les mueve el piso, carreras e investigaciones incluidas. Hay un establishment y el establishment es el Big Bang.

La explicación es menos científica que cultural. En su libro *The Big Bang never happened*, Eric Lerner, que trabajó con Alfven, señala que el Big Bang es descendiente directo de la filosofía platónica donde el cosmos sólo era patrimonio del racionalismo puro de algunos pocos elegidos. La teoría del plasma se adscribe al linaje de los pastores y artesanos jónicos, más proclives a creer en lo que veían sus ojos. Lerner va más lejos y sostiene que ''mitos (como el Big Bang) surgen en períodos de crisis sociales, intensificando el divorcio entre pensamiento y acción. Esto da pie al fatalismo pesimista y paraliza a la sociedad''.

Lerner atribuye el tenaz apoyo al Big Bang como una respuesta de la sociedad occidental a las catástrofes sociales, políticas y económicas de este siglo. La pérdida de la fe en el progreso cultural y social se asocia a la idea de un Universo en degeneración a partir de un comienzo cosmológico perfecto. Y no hay metáfora más ingeniosa para este siglo XX ahogado en crisis económicas, que la propuesta por Alan Guth con aquello del Universo Inflacionario, concluye el disgustado, y algo paranoico doctor Lerner.

CIENCIA Y RELIGION, UN SOLO CORAZON

En la medida en que los cosmólogos discuten entre sí, un hecho curioso ha tenido lugar en este tiempo: por primera vez parece haber idilio entre ciencia y religión. Robert Millikan, Premio Nobel y cabeza del Instituto Tecnológico de California, fue uno de los que abogaron en la década del '20 por esta reconciliación. A Millikan se le ocurrió decir que las radiaciones eran ''el llanto del bebé'' de los átomos en el espacio, una evidencia de que el Creador todavía estaba trabajando, ya que la formación de átomos implica un aporte continuo de energía, un proceso que hasta podría salvar al Universo del colapso final. Pío XII agradeció diciendo que ''la verdadera ciencia es aquella que de manera creciente descubre a Dios, como si Dios estuviese esperando detrás de cada puerta que abre la ciencia''.

Gerald Shroeder, físico y teólogo, autor de *Genesis and the Big Bang*, no tiene inconveniente en comparar la inflación con el ''viento de Dios'' y la separación de materia y fotones con la intervención divina: ''Hágase la luz''.

Pocos teólogos hablarían hoy con la confianza que el escritor John Updike infunde al personaje Dale Kohler, en su novela *La versión de Roger*. Este endiablado ''hacker'' se enfrenta con el maestro Roger Lambert y lo desafía: ''Doctor Lambert, ¿no se siente emocionado con lo que he estado tratando de mostrar? Dios se está *abriendo camino*. Lo han estado espantando de la realidad física durante siglos y ahora la película de lo que no sabemos es tan fina que podemos ver al otro lado, a Dios clavándonos con descaro su mirada''.

No es sorprendente que el espejo cosmológico refleje cualquier imagen que los filósofos o religiosos deseen ver en él, sostiene Daniel Kevles, autor de un interesante artículo en el *New York Times Review*.

Pero, ¿cuál es la descripción que los cosmólogos hacen de la realidad y qué parte juegan la filosofía o la religión en estas concepciones? Para entenderla hay que tener en cuenta el principio antrópico bajo dos formas: la débil y la dura.

El principio débil explica que sólo en esta época de evolución cósmica de las condiciones —la presencia de estrellas, planetas y elementos pesados, por ejemplo— hacen posible la existencia humana y, por lo tanto, el estudio de estos fenómenos. La versión dura sostiene que sólo en un Universo con constantes físicas como las del nuestro podría existir vida tal cual la conocemos y, por lo tanto, este Universo mantiene sus constantes a *propósito* para que la vida humana exista. Algunos científicos están de acuerdo con la versión dura del principio antrópico, que explica por qué las constantes fundamentales son como son. Pero la mayoría lo critica: ''El principio antrópico es algo que la gente piensa cuando no tiene nada mejor que hacer'', concluye Guth.

De acuerdo con la Teoría Inflacionaria, la parte del Universo que nos corresponde es minúscula. Y de acuerdo con algunas interpretaciones, nuestro Universo es apenas *uno* entre tantos otros universos posibles (ver recuadro).

James Gunn, de la Universidad de Princeton, apunta que ''mucha gente que trabaja en cosmología tiene básicamente principios religiosos, pero estas creencias son del tiempo de las de Einstein, una suerte de fe en que el Universo está gobernado por leyes que se pueden descubrir y en las cuales residen los misterios que recuerdan a Dios''. Con todo, tanto los que quieren incluir a Dios como los que prefieren apartarlo, coinciden con el discípulo de Hubble, Allan Sandage, en que ''no puede hacerse ciencia a la manera mística; sólo aplicando el racionalismo y el reduccionismo''.

El Premio Nobel Steven Weimberg, defensor del Big Bang, añade que ''la práctica científica no peligra con el falso consenso. Necesitamos un consenso para poder hablar de algo y para sumar conocimientos. Sin esto, no podríamos siquiera descubrir si el consenso está errado''.

La cosmología contemporánea está ávida de observaciones que puedan comprobarse. La cosmología, asegura Kevles, se acomodará en función de los nuevos descubrimientos. Es, por encima de todo, una ciencia y no una religión. Hay objetos paradójicos, como una Gran Muralla a 500 millones de años luz, tan antigua que resiste cualquier explicación, y son estos objetos los que hacen notar que la ciencia está viva. ''Todo se pone difícil cuando llegamos al borde'', ataja Sandage. Muchos cosmólogos encuentran estimulante y aun manifiestan una sensación de poder al desafiar el cosmos. Dennis Sciama es uno de ellos y asegura: ''En pocas palabras, lo que quisiera decir es que el Universo es enorme y mucho más poderoso que cualquiera de nosotros, y que la única manera de enfrentarlo es tratando de entenderlo''.

Fuente: The New York Times Review. *Traducción y adaptación: L.R.*

CONFORMISTAS VERSUS INTRANSIGENTES

*Por Jayant Narlikar**

Las controversias no son ninguna novedad en astronomía. Como en otras ciencias, forman parte del desarrollo y el enriquecimiento de cada campo. La teoría heliocéntrica (el Sol, y no la Tierra, en el centro del Sistema Solar), la noción de que las nebulosas difusas son extragalácticas, el concepto de que el Sistema Solar no está en el centro de la Galaxia, etcétera, empezaron a aceptarse sólo después de arduas discusiones y una dura oposición por parte del establishment. Por supuesto, en el análisis final, los hechos antes que el consenso mayoritario terminaron por zanjar las cuestiones. En cada uno de los casos citados, la mayoría tuvo que reconocer que estaba equivocada.

Sin embargo, las cosas no siempre suceden así. La situación más común es la de la gran corriente científica, bien establecida y cotejada, *a la pàge* de otras corrientes con hipótesis frescas y a medio cocinar. La craneoteca que lleva la manija en cuestiones cosmológicas es de esta naturaleza. ¿Quién tiene tiempo y ganas de persuadir a esa gente de que sus ideas no son válidas?

¿Acaso esto significa que están inmunes a la crítica? De acuerdo con Karl Popper, un buen científico teórico debería ser falible. Uno debería confesar cuáles son los experimentos o las observaciones que en principio pueden hacer tambalear sus propios postulados. Y si estos experimentos se llevan adelante y son consistentes con la teoría, entonces la teoría está bien asentada. Pero si las pruebas contradicen las predicciones, entonces la teoría debe ser modificada o abandonada.

En la práctica, las cosas no se manejan así, como se deduce de diferentes instancias en astronomía y cosmología.

Tomemos por caso el Universo Temprano . Esta teoría conlleva hipótesis no verificadas aún de la existencia de partículas físicas de alta energía y una ''era'' imposible de observar —el momento de la Gran Explosión— que requiere de un intenso ejercicio especulativo. A diferencia de otro escenario científico, los acontecimientos descriptos en este ejercicio fueron transitorios (algunos de 10 a 36 segundos de duración) e irrepetibles. Se argumenta que pueden ser chequeados a través de huellas remanentes. Sin embargo, la principal huella observada hasta ahora —una combinación de estructura discreta e inhomogénea con un leve ruido de fondo— todavía no se termina de comprender.

Consideremos además el círculo vicioso que rodea a la Ley de Hubble. ¿Cuán universal es esta ley? No podemos comprobar su validez a menos que conozcamos las distancias a los objetos extragalácticos. De otro modo, la ley es falible con sólo demostrar que dos objetos extragalácticos, en las proximidades de cada uno, poseen corrimientos al rojo diferentes. Ya hay evidencias crecientes de discrepancias de esta naturaleza. Un buen aporte es el que hace H. Arp en su libro *Quasars, Redshifts y Controverses* de 1987.

La respuesta del establishment a las críticas que se le hacen al Big Bang y a la Ley de Hubble es que ambas funcionan bien en la mayoría de los casos, y por tanto deben ser correctas. Con este argumento cometen la irresponsabilidad de ignorar la doctrina de Popper. Los escenarios del Universo Temprano, la inflación y la materia oscura se presentan de modo tal que nadie puede tildarlos de falibles. En el caso de la Ley de Hubble, ocurre otro tanto: las discrepancias se ignoran o se disimulan como ''accidentales''.

El año pasado, cinco cosmólogos —Arp, Geoffrey, Fred Hoyle, Chandra Wickramsinghe y yo— dimos cuenta de esta situación en un artículo aparecido en *Nature* (346, 807, 1990), allí discutimos también la posibilidad de una teoría alternativa del Big Bang.

Hoy en día es más difícil influir en el establishment de lo que era a principios de siglo, ya que hay mucho dinero en juego. Los subsidios son especialmente difíciles de conseguir para los proyectos ''riesgosos'' que comprometen a las teorías establecidas. Los jóvenes brillantes (graduados y pos doctorados) optan por temas ''seguros'' para asegurarse el futuro de sus investigaciones.

En este clima, ¿cómo podemos esperar que florezcan las nuevas ideas?

* *Jayant Narlikar trabaja en el Centro Inter Universitario de Astronomía y Astrofísica de la India. El comentario apareció en* La Cruz del Sur, *diario del Congreso Internacional de Astronomía, realizado en Buenos Aires.*



El Aleph contraataca

UNIVERSOS BEBE Y AGUJEROS DE GUSANO

Por L.R.

Los seguidores de Borges dirán que en ''El Aleph'' está todo el secreto. Pobres cosmólogos, ¿para qué siguen buscando? Tan serios, tan pensativos. Y encima, no se ponen de acuerdo. Unos dicen que hay *varios*, otros dicen que hay *un* universo. Al menos, imaginación les sobra y de algo pueden estar seguros: cualquiera de estas teorías pasaría con holgura el jurado más exigente de un concurso de ciencia ficción:

• Agujeros de gusano: Pergeñada por el inefable Stephen Hawkins y su secuaz Sidney Coleman. Dicen que el efecto túnel del espacio-tiempo crea agujeros de gusano (primorosas redes de túneles y madrigueras) que pueden conducir hacia otros puntos del mismo Universo, hacia callejones sin salida conocidos como universos bebé e incluso hacia otros universos tan grandes como el nuestro. Lo dice Hawkins, no Fabio Zerpa.

• Teoría de muchos mundos: La teoría es viejita. Tiene como 30 años y la propuso Hugh Evertt, en Princeton. El muchacho decía que las partículas, por ejemplo, los electrones, seguían en realidad muchas trayectorias, y no una sola como veían los físicos. Para que la regla de simultaneidad se cumpla, Evertt tiene que admitir que el electrón sigue todas las trayectorias... en universos diferentes.

• Teoría de muchas historias: James Hartle y Murray Gell-Mann generalizan el concepto de Evertt a todo el Universo. Inmediatamente después de la Gran Explosión, explica Hartle, el Universo era tan pequeño que podía considerarse una partícula subatómica con trayectorias distintas. Hartle prefiere la palabra ''historias'' a ''mundos'' y, a diferencia de Evertt, imagina las trayectorias alternativas como potenciales en vez de reales.

• Inflación caótica: El físico soviético Andrei Linde supone que, cuando el Universo tenía diez a la menos treinta y cinco segundos de vida, era una espuma caótica; regiones distintas tenían propiedades físicas diferentes y sufrieron la temida inflación: un crecimiento súbito y breve, en tiempos distintos. Después de la inflación, las regiones quedaron separadas por distancias ingentes, mucho más allá de las influencias mutuas. La verdad es que para Linde son cosmos separados.

• Universos a medida: Alan Guth aboga por la posibilidad de crear un universo en el laboratorio. Apenas se requeriría poco más que un trozo de materia del tamaño de una pelota de fútbol, dice este astrónomo que no escarmienta nunca. La parte difícil sería comprimir la materia hasta densidades parecidas a las de un agujero negro y entonces hacer que se expandiera, igual a como hizo el Universo cuando tuvo lugar el Big Bang. ''Me gusta pensar en esto como un problema de ingeniería factible por alguna civilización futura'', aclara como para prevenir a los fanáticos del Hágalo Usted Mismo.

Fuente: Scientific American. *Octubre de 1990.*

...erso?

...ERIO

opia
mo-
prin-
e de
l hi-
ma-
xias.
a del
acio-
uras.
nimo
o ex-
néti-
cum-
, por
to en
e).
s del
smas
reras
olish-
g.
e cul-
hap-
fven,
direc-
smos
puro
plas-
y ar-
en lo
y sos-
rgen
fican-
ción.
raliza

Bang
iden-
y eco-
fe en
a idea
tir de
o hay
o XX
pro-
Uni-
tado,

N

s dis-
enido
pare-
. Ro-
a del
e uno
0 por
urrió
o del
a evi-
a tra-
s im-
pro-
o del
o que
e ma-
Dios
uerta

autor
ncon-
on el
nate-
vina:

ianza
onaje
oger.
on el

maestro Roger Lambert y lo desafía: "Doctor Lambert, ¿no se siente emocionado con lo que he estado tratando de mostrar? Dios se está *abriendo camino*. Lo han estado espantando de la realidad física durante siglos y ahora la película de lo que no sabemos es tan fina que podemos ver al otro lado, a Dios clavándonos con descaro su mirada".

No es sorprendente que el espejo cosmológico refleje cualquier imagen que los filósofos o religiosos deseen ver en él, sostiene Daniel Kevles, autor de un interesante artículo en el *New York Times Review*.

Pero, ¿cuál es la descripción que los cosmólogos hacen de la realidad y qué parte juegan la filosofía o la religión en estas concepciones? Para entenderla hay que tener en cuenta el principio antrópico bajo dos formas: la débil y la dura.

El principio débil explica que sólo en esta época de evolución cósmica de las condiciones —la presencia de estrellas, planetas y elementos pesados, por ejemplo— hacen posible la existencia humana y, por lo tanto, el estudio de estos fenómenos. La versión dura sostiene que sólo en un Universo con constantes físicas como las del nuestro podría existir vida tal cual la conocemos y, por lo tanto, este Universo mantiene sus constantes a *propósito* para que la vida humana exista. Algunos científicos están de acuerdo con la versión dura del principio antrópico, que explica por qué las constantes fundamentales son como son. Pero la mayoría lo critica: "El principio antrópico es algo que la gente piensa cuando no tiene nada mejor que hacer", concluye Guth.

De acuerdo con la Teoría Inflacionaria, la parte del Universo que nos corresponde es minúscula. Y de acuerdo con algunas interpretaciones, nuestro Universo es apenas *uno* entre tantos otros universos posibles (ver recuadro).

James Gunn, de la Universidad de Princeton, apunta que "mucha gente que trabaja en cosmología tiene básicamente principios religiosos, pero estas creencias son del tiempo de las de Einstein, una suerte de fe en que el Universo está gobernado por leyes que se pueden descubrir y en las cuales residen los misterios que recuerdan a Dios". Con todo, tanto los que quieren incluir a Dios como los que prefieren apartarlo, coinciden con el discípulo de Hubble, Allan Sandage, en que "no puede hacerse ciencia a la manera mística; sólo aplicando el racionalismo y el reduccionismo".

El Premio Nobel Steven Weimberg, defensor del Big Bang, añade que "la práctica científica no peligra con el falso consenso. Necesitamos un consenso para poder hablar de algo y para sumar conocimientos. Sin esto, no podríamos siquiera descubrir si el consenso está errado".

La cosmología contemporánea está ávida de observaciones que pueda comprobarse. La cosmología, asegura Kevles, se acomodará en función de los nuevos descubrimientos. Es, por encima de todo, una ciencia y no una religión. Hay objetos paradójicos, como una Gran Muralla a 500 millones de años luz, tan antigua que resiste cualquier explicación, y son estos objetos los que hacen notar que la ciencia está viva. "Todo se pone difícil cuando llegamos al borde", ataja Sandage. Muchos cosmólogos encuentran estimulante y aun manifiestan una sensación de poder al desafiar el cosmos. Dennis Sciama es uno de ellos y asegura: "En pocas palabras, lo que quisiera decir es que el Universo es enorme y mucho más poderoso que cualquiera de nosotros, y que la única manera de enfrentarlo es tratando de entenderlo".

Fuente: The New York Times Review. *Traducción y adaptación: L.R.*



El Aleph contraataca

UNIVERSOS BEBE Y AGUJEROS DE GUSANO

Por L.R.

Los seguidores de Borges dirán que en "El Aleph" está todo el secreto. Pobres cosmólogos, ¿para qué siguen buscando? Tan serios, tan pensativos. Y encima, no se ponen de acuerdo. Unos dicen que hay *varios*, otros dicen que hay *un* universo. Al menos, imaginación les sobra y de algo pueden estar seguros: cualquiera de estas teorías pasaría con holgura el jurado más exigente de un concurso de ciencia ficción:

• Agujeros de gusano: Pergeñada por el inefable Stephen Hawkins y su secuaz Sidney Coleman. Dicen que el efecto túnel del espacio-tiempo crea agujeros de gusano (primorosas redes de túneles y madrigueras) que pueden conducir hacia otros puntos del mismo Universo, hacia callejones sin salida conocidos como universos bebé e incluso hacia otros universos tan grandes como el nuestro. Lo dice Hawkins, no Fabio Zerpa.

• Teoría de muchos mundos: La teoría es viejita. Tiene como 30 años y la propuso Hugh Evertt, en Princeton. El muchacho decía que las partículas, por ejemplo, los electrones, seguían en realidad muchas trayectorias, y no una sola como veían los físicos. Para que la regla de simultaneidad se cumpla, Evertt tiene que admitir que el electrón sigue todas las trayectorias... en universos diferentes.

• Teoría de muchas historias: James Hartle y Murray Gell-Mann generalizan el concepto de Evertt a todo el Universo. Inmediatamente después de la Gran Explosión, explica Hartle, el Universo era tan pequeño que podía considerarse una partícula subatómica con trayectorias distintas. Hartle prefiere la palabra "historias" a "mundos" y, a diferencia de Evertt, imagina las trayectorias alternativas como potenciales en vez de reales.

• Inflación caótica: El físico soviético Andrei Linde supone que, cuando el Universo tenía diez a la menos treinta y cinco segundos de vida, era una espuma caótica; regiones distintas tenían propiedades físicas diferentes y sufrieron la temida inflación: un crecimiento súbito y breve, en tiempos distintos. Después de la inflación, las regiones quedaron separadas por distancias ingentes, mucho más allá de las influencias mutuas. La verdad es que para Linde son cosmos separados.

• Universos a medida: Alan Guth aboga por la posibilidad de crear un universo en el laboratorio. Apenas se requeriría poco más que un trozo de materia del tamaño de una pelota de fútbol, dice este astrónomo que no escarmienta nunca. La parte difícil sería comprimir la materia hasta densidades parecidas a las de un agujero negro y entonces hacer que se expandiera, igual a como hizo el Universo cuando tuvo lugar el Big Bang. "Me gusta pensar en esto como un problema de ingeniería factible por alguna civilización futura", aclara como para prevenir a los fanáticos del Hágalo Usted Mismo.

Fuente: Scientific American. *Octubre de 1990.*

COSMOS, FARANDULA Y DADA

Por Laura Rozenberg

Oh, la farándula. Esa gente selecta que aparece en cada revista, en cada manual, en cada convención de astronomía. Ellos son los *very few*, la pasta del candelero que va tras las huellas de la Creación. Trabajan como enanos, quién lo discute. Pero, humanos al fin, el rélax se impone y aquí están los genios, alegres como criaturas, arreglando fechas, enviándose fax, dejando todo por unos días *free* para juntarse después de tanto tiempo. Pero entendámonos: la cosa es reunirse para *discutir* un poco. Si no, es tan aburrido. La discusión es salud, dicen convencidísimos, mientras respiran el aire helado del verano sueco, adonde acaban de aterrizar en procura de unas merecidas "vacaciones".

No son más de cuarenta, "pero amigos son los amigos" dirá el farandulero Stephen Hawkins, después de pasarse una semanita en un inconfesable páramo del norte de Suecia, al que sólo se arriba en helicóptero. Durante seis días, a mediados de junio, no hacen más que hablar de cosmología, al calor de los guisos de reno y en el marco de un paisaje que bien recuerda las postales de Farö, la isla que Bergman eligió como el mejor de los refugios para descansar del mundanal ruido.

Una vez más, los mismos rostros de renombre internacional. Más alguno que otro jovencito brillante y atrevido que hace su modestísimo aporte como corresponde, con lo que la batalla sobre el "verdadero" origen del Universo, se vuelve aún más caldeada y entretenida. Después quedarán los recuerdos, las fotos de los paseos por el bosque, y el sabor agridulce de algunos pocos que nuevamente fueron relegados por el establishment. Son los que desde distintos ángulos critican a la muy oronda y rozagante teoría del Big Bang. Ellos, los críticos de la Gran Explosión, disparan sus bien afilados dardos, pero saben que al final regresarán a casa como siempre, cabizbajos y rumiando la próxima venganza.

Aun sin atacar los cimientos de la hasta ahora más aceptada teoría sobre el origen del Universo, algunos cosmólogos se arriesgan a recibir tomates de las respetuosas huestes opositoras sentadas en el auditorio. Carlos Frenk, un robusto mexicano que trabaja en Irlanda, es el primer audaz que sube a escena. El no está en contra del Big Bang. Pero va a explicar una teoría que goza de algunos detractores. Apaga la luz y enciende el proyector. Murmullos en la sala.

—Ey, Carlos, alguien te tiró arena en la diapositiva —avisa un contra no identificado en la oscuridad del auditorio.

Es una broma leve y Carlos Frenk ya está curtido: se sabe una oveja negra y, al menos, tiene el consuelo de no ser el único. En sus días de gloria, Alan Guth, el *enfant terrible* de los '80, provocó más de un insistente carraspeo al explicar su teoría estrafalaria del Universo Inflacionario: los menos sarcásticos lo acusaron entonces de publicitarse a costa de las metidas de pata de Jimmy Carter.

En el caldeado auditorio sueco, Carlos Frenk no pasa menos apuros. Su objetivo inmediato es convencer a la distinguida audiencia de que eso que ven allí no son grumos ni granos de arena. La diapositiva muestra el resultado del esfuerzo suyo de meses: un modelo del Universo simulado por computadora. Cada "grano de arena" representa una galaxia entera, un miniuniverso con miles de millones de estrellas. Frenk, un hombre robusto que habla inglés con acento latino y trabaja en la Universidad de Durham, sostiene que el modelo guarda un estrecho parecido con mapas reales de galaxias. El modelo se basa en la teoría de la Materia Oscura Fría, por la cual el 90 por ciento de la masa del Universo es... *materia invisible*. Risitas ahogadas.

—Todas las estrellas y galaxias que vemos a través de nuestros telescopios son, por así decirlo, la espuma de ese oscuro océano —insiste Frenk, sabiendo que después de esto no le quedarán muchos amigos.

Un crítico del modelo es James Peebles, de la Universidad de Princeton. Tan pronto como Frenk se aleja del proyector, Peebles coloca su propia diapositiva. Aparece una banda densa de galaxias, separada de otras galaxias solitarias por grandes manchones vacíos.

—No muestro ninguna simulación— retruca, airoso, Peebles. —Esto que ven aquí es la realidad: la gran metrópoli: la Vía Láctea. Nuestra galaxia, señores—. Peebles trata de asestarle un golpe a Frenk por donde más le duele. —¿Dónde están estos vacíos en tu modelo, Carlos?— le pregunta con dulzura, mientras lo escruta a través de sus gruesos lentes metálicos.

—¿Y qué me dices de ésto—, replica el indefenso Frenk acercándose a la pantalla y señalando las galaxias dispersas. Astuto el mexicano, quiere desviar la atención de la audiencia.

—Prefiero concentrarme en esto otro— insiste Peebles en el mismo tono suave, sin caer en la trampa. Eso otro, el vacío mayor, es lo que Frenk no puede explicar.

Un mano a mano cosmológico. Si eso fue lo que buscó la Universidad Politécnica de Chalmers, en Suecia, al organizar el simposio de la Fundación Nobel, se pudo dar por muy satisfecha. Sin embargo, tanto Guth como Peebles se guardaron muy bien de emprenderla contra el monstruo intocable. Ellos aceptan moverse dentro de las reglas del Big Bang. Lo suyo no son más que elegantes floreos en comparación con el aguacero de críticas que deben soportar los mártires dedicados a buscarle el pelo en la leche a la sacrosanta Gran Explosión. Pero ellos, los que no se hubiesen andado con vueltas, no acudieron a la cita en Suecia.

Se animaron, curiosamente, a bombardear Buenos Aires.

EN LA SAGA DE DADA

Halton Arp, del Instituto Max Plank de Alemania, es uno de estos insufribles seres. Y antecedentes combativos no le faltan: la intransigencia le viene, al parecer, de familia. Su primo fue nada menos que Jean Arp, el pintor alsaciano que en 1917 se unió con Tristán Tzara y otros forajidos para dar comienzo a un movimientos negador que ya es historia: *el dadaísmo*. Halton Arp hace dadá en cosmología y pone los pelos de punta a sus correligionarios. Arp se lleva mal con el establishment. Arp no hace buenas migas con el Big Bang. Pruebas al canto: en el Congreso Internacional de Astronomía que acaba de finalizar en Buenos Aires, recibió respetuosos palos de buena parte de los 1300 astrónomos reunidos en el San Martín, que no terminan de digerir las críticas que hace al Big Bang. Sus dardos se dirigen al talón de Aquiles de esta cosmogonía. "Si le hacemos caso al Big Bang tenemos que aceptar que hay estrellas más viejas que el propio Universo. Un disparate que se suma a otro peor: la existencia de galaxias jóvenes contradice firmemente el origen simultáneo de todas las galaxias, tal como lo postula la Gran Explosión", insistió Arp en una entrevista con *Futuro*. Arp argumenta que los desplazamientos hacia el rojo de las galaxias quizá no se deban a la expansión del Universo, como propone el Big Bang.

NI BOTANICA NI FILOSOFIA

Edwin Turner, de la Universidad de Chicago, aplaude los esfuerzos teóricos de todo tipo,pero predice que el futuro de la cosmología está en hacer cada vez más observaciones y menos cuentas en el escritorio. Los días alegres de la cosmología en los que la especulación teórica no se comprobaba con datos "han acabado", dice. Pero ni un extremo ni el otro: "Ni filosofía ni botánica: esto es cosmología".

A corto plazo, afirma Turner, la prueba más crucial vendrá de la radiación de fondo, un tipo de microondas que los devotos del Big Bang asumen como vestigio de la primera época caliente de la historia del Universo. Una interpretación que deja bastante que desear, dicen algunos. Si el Observatorio del Polo Sur no encuentra fluctuaciones pronto, "temblarán los cimientos de la cosmología", vaticina Turner. El Observatorio del Polo Sur fue uno de los proyectos que más apoyo recibió en el Congreso Internacional de Astronomía en Buenos Aires.

Y aquí entró en escena Jayant Narlikar, un veterano e intransigente astrónomo con atuendo indio. Narlikar, del Centro Interuniversitario de Astronomía y Astrofísica de la India, es uno de los detractores más empedernidos del Big Bang y el bendito fondo de microondas. "El problema cosmológico está lejos de ser resuelto", asegura: "Las radiaciones de fondo pueden ser una forma reciclada de otra radiación proveniente de estrellas y no el vestigio de una gigantesca explosión como proponen los defensores del Big Bang".

Entonces, ¿la Gran Explosión tiene sus días contados? No hay que subestimar el peso que esta teoría tiene para la religión: construye un principio y, al menos aquí, hay espacio suficiente para un Creador. Mientras David Shramm, de la Universidad de Chicago, declara muy suelto que "el Big Bang goza de buenísima salud", el premio Nobel Hannes Alfven lo ignora olímpicamente y trae a la mesa un modelo alternativo donde el electromagnetismo y no la gravedad (como postula el Big Bang) es el organizador dominante de la materia en el Universo. Shramm, el mayor defensor de la Gran Explosión es insiste en que la teoría sobrevivirá a ataques como los de Alfven y Arp, aun cuando no se encuentren fluctuaciones en las radiaciones de fondo de microondas.

Peebles ve en la actual ola de observaciones un motivo de goce, no de desesperanza. "Las observaciones —dice— pueden eliminar muchas teorías, pero finalmente, dada la abundancia de talento y creatividad en la cosmología surgirán otras nuevas que puedan explicar las cosas mucho mejor." Amén.

Fuentes: "Sc. American", oct. 1990 "El Universo Inflacionario", Inv. y Ciencia, julio 1984
"Origins: The Lives and Worlds of Modern Cosmologists". Roberta Brawer y Alan Lightman. Harvard University Press. 1990
"The New York Review", 16, mayo 1991 Correo de la Unesco, sept. 1984.
Cobertura del Congreso Internacional de Astronomía en Buenos Aires.

Escuela Media

LA UBA ACORTA DISTANCIAS

Por Susana Itzcovich

El programa "La UBA y los profesores secundarios" aparece como un nuevo modo de acortar distancias entre la elite intelectual universitaria y la práctica docente a nivel de enseñanza media. Esta "bajada a tierra" se originó en el segundo cuatrimestre del '90 más tímidamente, aunque con objetivos similares. Durante el primer cuatrimestre del '91 se inscribieron 600 docentes de escuelas medias y concurrieron 400, pidiendo a gritos que continuaran los talleres.

El objetivo general pasa por establecer un puente entre la universidad pública y los profesores secundarios, que haga posible abrir y consolidar espacios democráticos y pluralistas de discusión, con vistas a desarrollar alternativas de cambio en el funcionamiento de la escuela media, incluyendo las técnicas y las preocupaciones institucionales.

Estos espacios de reflexión sobre la práctica docente lograron ya un ida y vuelta, porque quienes participaron desde octubre del '90 tuvieron oportunidad de propiciar estos cambios curriculares y metodológicos con los alumnos de las escuelas, advirtiendo una modificación en los intereses de los adolescentes y una renovación en su propio rol de formador.

Aparecen así temas urticantes,como para qué enseñar historia, qué y cómo enseñar geografía para que sea significativa; posibilidad de los jóvenes de ser lectores y productores de textos, apertura a nuevos textos en la enseñanza de la literatura, la historieta como experiencia didáctica, entre otros.

Como una forma más de captar al tradicional profesor, los talleres, que oscilan entre cuatro y ocho encuentros de dos o tres horas semanales, la UBA tomó partido por realizarlos en la propia sede de las escuelas secundarias, extendiendo el servicio en Capital y Gran Buenos Aires.

Los informes e inscripciones funcionan en Corrientes 2036, 3° piso, de 14 a 19, teléfono 953-3960. Los cursos se inician el 2 de setiembre.